

タイトルフォント:  
MS ゴシック  
Bold(太文字), 14pt



# 渦電流を用いた鋳鉄の材料評価

## Material Evaluation of Cast Iron based on Eddy Current

MS 明朝

MS 明朝 12pt

TimesNewRoman12pt

TimesNewRoman,12pt

英文概要:  
約 150 語、  
15 行以内  
フォント:  
TimesNew  
Roman, 10pt

山上大学工学部 青葉 繁 Shigeru AOBA Student Member  
 太平洋大学保全研究所 仙台 太郎 Taro SENDAI Member  
 太白山研究所 材料 評価 Hyoka ZAIRYO Member

This study proposes an innovative method for the evaluation of matrix structures of cast irons by means of eddy current evaluation. Experimental results of gray and ductile cast irons show that EC evaluation are sensitive to changes of structural characteristics obtained due to observation of microstructure. It was shown that relationship between percentage of pearlite in ductile cast iron and EC signals can be fitted by a functional dependence. Results of mechanical tests - hardness, elongation and tensile strength of nodular cast iron can also be predicted by means of EC tests.

大見出し:  
MS ゴシック  
Bold(太文字)、  
12pt  
前行は空白

Keywords: Eddy Current Evaluation, Cast Irons, Matrix Structure, Mechanical Properties

TimesNewRoman, 10pt

本文: 10pt、(日本語:MS 明朝、  
英語: TimesNewRoman)  
段落: 片側 24 文字、43 行程度

### 1. 緒言

1 桁  
数字:  
全角、  
2 桁  
数字:  
半角

□ 鋳鉄の機械的性質に関する非破壊評価は、これまでに超音波音速測定に基づくものが確立しており[1][2]、黒鉛形状に起因する機械的性質を把握することが可能である。しかし、音速と黒鉛形状の間には明瞭な相関が認められるものの、フェライト組織、パーライト組織といった基地組織との相関は低いことが報告されている[3]。鋳鉄の機械的性質は、黒鉛形状と基地組織の 2 つの要因により決まる。従って、鋳造品の完全な品質保証を実現するためには、基地組織の非破壊評価手法の確立が必須である。この基地組織に起因する機械的性質の非破壊評価については、現在のところ実用化するに足る技術は確立していない。

Arial 太字, 11PT

$$(1 + \lambda T) \exp(-\lambda T) = 1 - \frac{\lambda C_c}{C_T I_B(i) - \lambda C_r} \quad (1)$$

フェライト組織とパーライト組織の電磁的性質は異なることが知られており[4]、電磁的な非破壊手法を適用すれば基地組織を非接触で評価できる可能性がある。そこで本研究では、電磁非破壊評価手法の 1 つである渦電流評価手法を用いて鋳鉄の基地組織を評価することを試みる。具体的には、片状黒鉛鋳鉄、球状黒鉛鋳

連絡先: 保全一郎  
保全大学工学部補修学科  
〒110-0008 東京都台東区池之端 2-7-17  
E-mail: hozen@mainte.ac.jp

鉄といった様々な鋳鉄について渦電流探傷用プローブを用いて渦電流信号を評価する。さらに鋳鉄の組織観察を併せて実施し、得られた渦電流信号と組織に関するパラメータとの相関関係を示し、渦電流評価による鋳鉄機械特性同定の可能性について議論する。鋳鉄の機械的性質に関する非破壊評価は、これまでに超音波音速測定に基づくものが確立しており[1][2]、黒鉛形状に起因する機械的性質を把握することが可能である。

全角の点

### 2. 鋳鉄基地組織の渦電流評価

中見出し:  
MS ゴシック  
Bold(太文字), 11pt

#### 2.1 試験片

本研究で使用したねずみ鋳鉄と球状黒鉛鋳鉄試験片の化学組成を Table 1 に示す。ねずみ鋳鉄については、FC100、FC200、FC250、FC300 (JIS G 5501) の 4 種を用いて評価を行った。引張強さはそれぞれ、57.8、141.1、203.8、238.1 MPa であり、製造時の冷却速度が小さいために、それぞれ JIS 公称値より約 50MPa 程小さい。

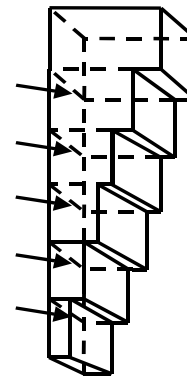
$$\square \square (1 + \lambda T) \exp(-\lambda T) = 1 - \frac{\lambda C_c}{C_T I_B(i) - \lambda C_r} \quad (2)$$

球状黒鉛鋳鉄試験片 AS40、AS50、AS70 は、それぞれ FCD400、FCD500、FCD700 (JIS G 5501) 相当の鋳放し材である。球状黒鉛鋳鉄試験片 AN40、NR40、NR70 は、基地組織を変えるために、上記の鋳放し材をもとに熱処理したものである。それぞれ、AN40 は AS40 の焼鈍材、NR40 は AS40 の焼準材、NR70 は AS70 の

数式: TimesNewRoman, 10~11pt  
注: 数式エディタのデフォルトの場合  
TimesNewRoman, 12pt

焼準材である。球状黒鉛鋳鉄試験片 Q50、Q70、Q90 は、黒鉛球状化率をそれぞれ 50%相当、70%相当、90% 相当に調節したものであり、基地組織は焼鈍によりほぼフェライト地となっている。また球状黒鉛鋳鉄試験片 T60、T100、T300 は、肉厚を変化させて鋳造したものであり、T60 は平行部 60 mm の Y ブロックから、T100 は平行部 100 mm の Y ブロックから、T300 は 300 mm の直方体ブロックから切出したものである。基地組織はどれもパーライト地である。

Arial,太字, 9PT



Arial,太字, 9PT

Fig. 1 Geometry of step block specimen.

Table 1 Compositions of cast irons

	Ir gra	C	Si,%	Mn,%	P,%	S,%	Mg,%
Gray cast iron	FC	3.75	2.00	0.71	0.055	0.026	
	FC	3.46	1.74	0.80	0.051	0.028	
	FC	3.24	1.70	0.82	0.047	0.026	
	FC	3.24	1.70	0.82	0.047	0.026	
Nodular cast iron	AS	3.62	2.20	0.30		0.007	0.037
	AS	3.63	2.46	0.34	0.020	0.013	0.040
	AS	3.61	2.03	0.44	0.039	0.010	0.035
	AN	3.60	2.18	0.30		0.007	0.036
	NR	3.65	2.40	0.25		0.007	0.040
	NR	3.65	2.26	0.17	0.037	0.010	0.034
	Q	3.80	2.81	0.70	0.040	0.014	0.029
	T6	3.72	2.18	0.31		0.006	0.045
	T1	3.74	2.23	0.31		0.007	0.046
	T3	3.59	2.01	0.44	0.031	0.010	0.044
	St blo	3.66	2.27	0.36	0.033	0.009	0.038

また別に、Fig.1 に示した 6 段階のステップ状ブロックの球状黒鉛鋳鉄試験片を用いた。

本研究で使用したねずみ鋳鉄と球状黒鉛鋳鉄試験片の化学組成を Table 1 に示す。ねずみ鋳鉄については、FC100、FC200、FC250、FC300 (JIS G 5501) の 4 種を用いて評価を行った。引張強さはそれぞれ、57.8、141.1、203.8、238.1 MPa であり、製造時の冷却速度が小さいために、それぞれ JIS 公称値より約 50MPa 程小さい。

### 2.1.1 小見出し

小見出しは、数字が Arial 太字,10PT とする。小見出しのタイトルは MS ゴシック,太字,10PT とする。

行変えしない。

### 3. 結言

- 1) ねずみ鋳鉄について、渦電流信号と引張強さとの間に相関関係が存在することを確かめた。
- 2) 球状黒鉛鋳鉄について、渦電流信号により基地組織の判定が可能であり、機械的性質を推定することが可能であることも示した。また、化学組成が同一であれば、パーライト面積率或いは硬さと渦電流信号の間に検量線が得られることを示した。
- 3) ねずみ鋳鉄について、渦電流信号と引張強さとの間に相関関係が存在することを確かめた。

### 謝辞

MS ゴシック,太字 11PT

本研究は文部科学省科学研究費「中核的拠点形成プログラム」(COE)(21CE0001)の成果の一部である。

### 参考文献

MS ゴシック,太字 11PT

- [1] W. Cheng and H. Huang: “超音波と渦電流探傷によるインコネル溶接金属の欠陥検出”, 第 12 回 MAGDA コンフェランス予稿集, 大分, 2003 年 3 月 27-28 日, pp.187-190 (2003)
- [2] 糟谷高志, 内一哲哉: “ECT に基づくシュラウドの検査シミュレーション”, 保全学, Vol.3, No.1, pp.51-56 (2004).
- [3] D.N. Collins, W. Alcheikh: “Ultrasonic non-destructive evaluation of the matrix structure and the graphite shape in cast iron”, Journal of Materials Processing Technology, Vol.55, No.1, pp.85-90 (1995)
- [4] 坪井始, 内藤督: “数値電磁解析法の基礎”, 養賢堂, pp.52-56 (1994)

(平成 24 年 1 月 1 日)

参考文献の書式の詳細は次ページを参照。

## 参考文献記載方法の原則

### (a) 全般

- ・「:」及び「,」は半角文字とし、その後には半角スペースを入れる。「.」も半角文字とし、その後には原則として半角スペースを入れない。

### (b) 著者名

- ・原則として和文文献の場合は、著者名は姓名を省略せずに記載し、英文文献の場合は、I. Suzuki のように family name を後に記載する。
- ・複数の著者名は「,」で区切る。連名著者が4名以上の場合は3名の著者名を記し、他の連名者は et al. として省略してもよい。

### (c) 参考文献の記載方法と記載例

以下に記載方法と記載例を参考文献の種別に応じて示す。

#### 論文等 (学会誌, 学術誌など)

- ・著者名: “論文名”, 学会誌名, Vol.巻数, No.号数, pp. ページ番号 (発行年) の順に記載する。
- [1] 糟谷高志, 内一哲哉: “ECT に基づくシュラウドの検査シミュレーション”, 保全学, Vol.3, No.1, pp.51-56 (2004)
  - [2] A. Yamamoto, M. Tatsumi, N. Sugimura: "Numerical solution of stiiff burnup equation with short half lived nuclides by the Krylov subspace method", J. Nucl. Sci. Technol., Vol.44, No.2, pp.147-154 (2007).

#### レポート

- ・著者名: “レポート名”, レポート番号, 発行機関 (発行年)の順に記載する。
- [3] 笹原利彦: “超音波探傷画像による SCC の検出及び深さ測定法”, 電力中央研究所報告 Q09020, 電力中央研究所 (2010)

## プロシーディング

- ・著者名: “論文名”, プロシーディング名, 開催地, 開催年月日, (必要に応じ Vol. 巻数), pp. ページ番号 (発行年)の順に記載する。
  - ・CD-ROM 形式の場合は、引用の末尾に [CD-ROM] を追加。
  - ・ISBN 番号や ISSN 番号がある場合には(発行年)の前に記載する。
- [4] G. R. Hugo, R. A. Smith: “Deep corrosion and crack detection in aging aircraft using transient eddy-current NDE”, Proceedings of 5th Joint NASA/FAA/DoD Conference on Aging Aircraft, Orlando, USA, Sept., pp.1-32 (2001)
  - [5] K. Nakajima, H. Unesaki: "On the Analysis Method of Effective Delayed Neutron Fraction at Thermal Neutron Systems", Proc. PHYSOR-2006, Vancouver, Canada, Sept.10-14, ISBN 0-89448-697-7 (2006). [CD-ROM]

#### 単行本

- ・著者名: “書名”, (+必要に応じ編者), 出版社, 出版地, pp. ページ番号 (発行年)
  - ・ISBN 番号や ISSN 番号がある場合には(発行年)の前に記載する。
- [6] W. M. Stacey: "Nuclear Reactor Physics", John Wiley & Sons, New York, pp.437-448, ISBN 9780471391272 (2001)
  - [7] 坪井始, 内藤督: "数値電磁解析法の基礎", 養賢堂, 東京, pp.52-56 (1994)
  - [8] "超音波探傷法(日本学術振興会製鋼第19委員会編)", 日刊工業新聞社, 東京, ISBN 9784526001260 (1984)